



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Markku Korpela

MODERNISOINTISUUNNITELMA

Tekniikka
2016

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Markku Korpela
Opinnäytetyön nimi	Modernisointisuunnitelma
Vuosi	2016
Kieli	Suomi
Sivumäärä	54 + 1 liitettä
Ohjaaja	Pertti Lindberg

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on että, tehdään modernisointisuunnitelma metallintyöstökoneeseen metalliteollisuudessa toimivalle yritykselle. Vaihtoehtoina olivat uuden koneen investointi, käytetyn koneen investointi sekä, oman koneen modernisointi. Päätettiin keskittyä oman koneen modernisointisuunnitelmaan. Kone on tyypiltään karusellisorvi jonka, vuosimalli on 1956. Nykytilanne vaatii jatkuvan läsnäolon koneella kun, työstövaiheita tehdään koska, kyseessä on manuaalikäyttöinen kone. Modernisoinnissa koneesta tulee automaattinen. Koneessa on muutoinkin ajankohtaista tehdä merkittävämpi huolto koska, koneen johteet ja liikeruuvit ovat kuluneet.

Työssä tulotisiin käyttämään modernisointiin erikoistuneita yrityksiä joiden, sijainti olisi mahdollisimman lähellä. Yritys voi valmistaa myös itse osia eri kiinnityskohtien osalta. Modernisoijien etsintä aloitettiin internetistä, ja entuudestaan tiedettiin muutamia. Yrityksiä lähestyttiin sähköpostin muodossa ja esiteltiin alustavasti hanketta. Tästä edettiin aina tarkempien kuvauksien sekä, laskelmien kautta kohti kokonaiskustannusarviota.

Koneeseen vaihdettaisiin pääkaran pyörimisen tuottava sähkömoottori, sähkökeskus, johteet hiotaan sekä kaavataan ja laakereita tarvittaessa vaihdetaan. Liikeruuvit vaihdetaan perinteisistä trapetsiruuveista tarkkoihin kuularuuveihin, kuularuuveihin suoraan kiinnitettäviin servomoottoreihin, sekä asennetaan CNC- ohjaus. Automaattinen voiteluysikkö johteille sekä kuularuuveille. Pöydän laakerille jää käyttöön nykyinen voitelutapa. Nykyiset määräysten mukaiset suojat valmistetaan ja asennetaan lopuksi.

ABSTRACT

Author	Markku Korpela
Title	Modernization plan for Machine Tools
Year	2016
Language	Finnish
Pages	54 + 1 Appendices
Name of Supervisor	Pertti Lindberg

The purpose of this thesis was to do research on the modernization of machine tools in Finland, as well as the modernization plan for a company operating in metal industry. The alternatives were an investment in a new machine, investment in a used machine or the modernization of our own machine. We decided to concentrate on the modernization plan of our own machine. The machine is a vertical lathe and manufactured in 1956. The current situation requires the continuous presence of the machine when machining is performed because it is a manually operated machine. After the modernization the machine will be automatic. However, there is a need to make some guideways and movement screws servicing in near future.

The work would be done by using companies who are specialized in modernization and their location is as close as possible. The company can manufacture the parts itself with regard to the different mounting components. The search of modernizing companies was started on the Internet and some companies were approached in the form of e-mail and the preliminary project was presented. Then more detailed descriptions were made, as well as the total cost estimates.

The machine will get a new electric main motor, electrical centre, the guideways are grinded and the oil pockets made by hand, and if necessary, bearings replaced. The traditional trapezoidal movement screws will be replaced with precision ball screws, and the end of the screw will be directly mounted to servomotors, the control panel / hardware management. There will be an automatic lubrication unit for the guide bars. The current method will remain for the table bearing lubrication. Protectors in accordance with the regulations will be made and finally installed.

Keywords	Modernizing, CNC-control, vertical lathe and ball screw.
----------	--

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	9
2	PROJEKTIN AIHE, SUUNNITTELU JA ANALYSOINTI.....	10
	2.1 Aiheen valinta	10
	2.2 Suunnitteluvaihe	10
	2.3 Analysointi ja tietojen julkaiseminen.....	11
3	MODERNISOINTI	12
	3.1 Modernisoinnin määritelmä	12
	3.2 Modernisoinnin vaiheet	12
	3.3 Modernisoijan velvoitteet ja vastuut	13
4	KARUSELLISORVI.....	14
5	MODERNISOINNIN VAIKUTUS KONEESEEN	15
6	MODERNISOIJAT SUOMESSA.....	18
7	MODERNISOINTITYÖN SUORITUSEHDOTUKSET	19
	7.1 Yritys A:n palveluiden kuvaus.....	19
	7.1.1 Yritys A:n modernisointiehdotus	19
	7.2 Yritys B:n palveluiden kuvaus.....	20
	7.2.1 Yritys B:n modernisointiehdotus	20
	7.3 Yritys C:n palveluiden kuvaus.....	21
	7.3.1 Yritys C:n modernisointiehdotus	21
8	TYÖNSUORITTAJAN VALINTA	22
9	KONEEN ALKUPERÄISET PIIRUSTUKSET	23
10	TYÖSTÖKONEEN CNC-OHJAUKSET	24
	10.1 Siemens	24
	10.2 Fagor	25
	10.3 Num.....	26
	10.4 Fanuc	27
	10.5 Heidenhain	28

11	KOMPONENTIT	29
11.1	Päämoottori	29
11.2	Kuularuuvit	29
11.2.1	Valssatut kuularuuvit	30
11.2.2	Kuoritut kuularuuvit.....	30
11.2.3	Hiotut kuularuuvit	30
11.3	Kuulamutterit	31
11.4	Servotekniikka	32
11.5	Servomoottorit	33
11.6	Ohjauskeskus	33
11.7	Sähkökeskus.....	34
11.8	Voitelujärjestelmä.	35
11.9	Koneen suojat.....	36
11.10	Lastusuojat.....	36
12	KOMPONENTTIEN VALINTAAN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	37
12.1	Käytäntö ohjausten toimituksissa	37
12.2	Yhteensopivuudet komponenttien suhteen	37
12.3	Työkappaleen kuvaus.....	38
12.4	Vaadittava tarkkuus	39
13	TYÖVAIHEET.....	40
13.1	Poikkikelkan poisto.....	40
13.2	Pöydän poisto.....	41
13.3	Vaihteiston poisto	41
13.4	Karan vaihdelaatikon poisto	41
13.5	Sähkökaapin komponenttien poisto	42
14	KELKAN PURKU	43
14.1	Pystyluistin purku	43
14.2	Työkalurevolverin purku	44
14.3	Työkalurevolverin muutosratkaisu	45
14.4	Kuularuuvien kiinnitys.....	46
14.5	Johteiden hionta	47
14.6	Johteiden irtoliukupinnat	47

14.7 Johteiden kaavaus	47
15 KOKOONPANO	48
15.1 Poikkikelkan kiinnitys	48
15.2 Sähkötyöt	48
15.3 Voiteluyksikön kiinnitys ja testaus	48
15.4 Servomoottorien kiinnitys.....	49
16 TESTIAJOT, DOKUMENTAATIOT JA SUOJALAITTEET	50
16.1 Käynnistäminen ja testiajot.....	50
16.2 Dokumentaation koostaminen	50
16.3 Suojalaitteiden asennukset	50
17 KUSTANNUSVERTAILUA	51
18 AIKATAULUN MERKITYS MODERNISOINNISSA.....	52
19 PROJEKTIN LOPPUSANAT	53
LÄHTEET.....	54

LIITTEET 1

KUVALUETTELO

Kuva 1. Karusellisorvi.....	14
Kuva 2. Sähkömoottori ja vaihteiston hihnapyörä.	15
Kuva 3. Kierrosalueen näyttöpaneeli.	16
Kuva 4. Syöttöarvon valintakiekko.	16
Kuva 5. Kappaleen poikkileikkauskuva.	17
Kuva 6. Alkuperäinen piirustus koneen etuosasta.....	23
Kuva 7. Siemens hallintapaneeli.	24
Kuva 8. Fagor ohjauspaneeli.	25
Kuva 9. Num ohjauspaneeli.	26
Kuva 10. Fanuc ohjauspaneeli.....	27
Kuva 11. Heidenhain ohjauspaneeli.	28
Kuva 12. Kuularuuvien ja mutterin poikkileikkauskuva.	29
Kuva 13. Kuulamutterin kuulien liikerata.	31
Kuva 14. Kuulamutterin kuulien liikeratamalli.....	31
Kuva 15. AC-Servomoottori.	32
Kuva 16. Nykyaikainen työstökoneen sähkökeskus.	34
Kuva 17. Automaattinen voiteluysikkö.....	35
Kuva 18. Johteiden ja kuularuuvien paljesuoja.....	36
Kuva 19. Ensimmäisen kappaleen toleranssialueet.....	38
Kuva 20. Toisen kappaleen toleranssialueet.	38
Kuva 21. Poikkikelkan takalukituspalat.	40
Kuva 22. Karamoottori ja vaihdelaatikon hihnapyörä.	41
Kuva 23. Sähkökaapin sisältöä.....	42
Kuva 24. Sähkökaapin sisältöä.....	42
Kuva 25. Pystyluistin takana olevat vaihteistokotelot.....	43
Kuva 26. Työkalurevolveri.....	44
Kuva 27. Capto-järjestelmän työkalupitimiä.	45
Kuva 28. Kuularuuvien laakeriysikkö.....	46
Kuva 29. Kytinkappale.....	46
Kuva 30. Johteiden irtoliukupinnan asennusta.	47
Kuva 31. Johteiden kaavausprosessi.	47

Kuva 32. Servomoottorin ja kuularuuvien liitosmalli.....	49
---	----

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tilaajana on metallialan yritys joka sijaitsee pohjanmaalla Vaasassa. Yritys on erikoistunut prototyyppien valmistukseen, korjauskoneistukseen, ja myös pienten sekä, suurempien kappaleiden koneistuksiin. Yrityksessä on myös muita CNC - koneita entuudestaan joten, automaattisen työstön edut ja käytännöllisyys ovat tiedossa. Eräs työkappale jota on yrityksessä aiemmin tehty, oli saatu takaisin. Tästä syystä tarvitaan tehokkaita menetelmiä pysyäkseen kilpailukykyisenä toimittajana. Ongelmana on ollut se että, tilausmäärät ovat nyt jonkin verran kasvaneet, ja manuaalisessa työstössä joudutaan olemaan läsnä koneen tehdessä työstöä koska, jokaista liikettä varten ihminen joutuu vipua vääntämään ja muuttamaan työstöarvoja.

Tarkoituksena oli etsiä modernisointia suorittavia yrityksiä, ja valita sijainniltaan parhaiten soveltuvat hankkeeseen mukaan. Työssä voidaan käyttää monen eri yrityksen kokemusta. Komponenttien joita käytettäisiin, tulee olla hinta ja laatu suhteeltaan riittävän hyviä. Taloudellisen ajattelun pohjalta turhan arvokkaat komponentit ovat poissuljettuja. Kappaleen toleranssit ovat lähtökohtana komponenttien valinnalle. Hivenen ylimitoitettuna ne suoriutuvat vähän raskaammastakin työstöstä. Modernisointisuunnitelman komponenttien valintaosiota ohjaa tuotannossa oleva vakiokappale, joita on kaksi eri mallia, ja työstöä tehdään n.15- 25 kpl: n sarjoissa. Kappaleen tarkkuusvaatimukset ovat avainasemassa komponentteja määriteltäessä ja valittaessa. Räätelöity ratkaisu nykyaikaisilla komponenteilla on riittävä ja niillä saavutetaan vaadittava tehokkuus.

Koneen rungon toimivuus tämän ikäluokan koneissa on parempi kuin, yhdenkään nykyisen koneen koska, suurella massalla tukevuus on avaintekijä. Muita vaihtoehtoja olivat mm. uuden karusellisorvin hankinta, käytetyn koneen hankinta kotimaasta tai Euroopasta, uuden kärkisorvin hankinta pyörivillä työkaluilla sekä, oman koneen muutostyö CNC- koneeksi. Päätettiin kustannussyistä keskittyä oman koneen modernisointiin. Tarkempia analyysejä on tutkimuksen kustannus osiossa.

2 PROJEKTIN AIHE, SUUNNITTELU JA ANALYSOINTI

2.1 Aiheen valinta

Aiheen valitsin siksi että, itse työskentelen koneistajana ja olen huomannut kuinka paljon esim. aikaa voi kulua kun karusellisorvilla työskentelee, ja täytyy odottaa jotain tiettyä vaihetta ja mitä siinä välissä ehtii tehdä. Automatisoinnin myötä vapautuu aikaresurssia jota, tarvittaisiin muiden työtehtävien tekemiseen ja päästäisiin ainoastaan kappaleenvaihtamiseen tämän koneen osalta. Tästä suurimmaksi osaksi johtuen suunnitelmaa alettiin tehdä että, tämäkin kone voidaan jos ei kokonaan niin ainakin osittain saattaa tekemään työ automaattisesti, ja nimenomaan ne pisimmät vaiheet koska, karusellisorvauksessa tasomaiset lastut ovat ajallisesti n. 2-6 minuutin mittaisia. Tämän tietyn kappaleen koneistusaika on em. lastuaikoihin vedoten n. 24 minuuttia, eli se aika täytyy koneen vieressä seistä.

2.2 Suunnitteluvaihe

Suunnittelutyötä lähdin tekemään ensin internetistä etsimällä, alan lehdistä sekä aiemmasta tietämyksestä johtuen tiesin muutamia joten, kartoitin tietyt yritykset jotka modernisointia ovat tehneet. Sen jälkeen lähestyttiin sähköpostitse sekä puhelimitse yrityksiä. Modernisointia suorittavia yrityksiä on Suomessa n. 5-10 kpl ja hankkeen laajuus jakaa osaajat vielä pienempiin ryhmiin. Komponentteja joita tarvitaan myös ohjauksen lisäksi, kyseltiin ja kartoitettiin internetistä ja joiltain tunnetuilta toimittajilta. Modernisointiin saa kaiken muun tilaamalla esim. kuularuuvit ja mutterit sekä laakeriyksiköt mutta, ei CNC -ohjausta. Tähän projektiin valittiin 3 tekijää. Työvaiheet voidaan eritellä selkeästi omiksi tehtäviksi sekä siten helpottaa tehtävänjakoa. Vastuu kysymykset ovat ensisijaisen tärkeitä jo alkuvaiheessa koska, huoltamisen ja vikatilanteiden ilmaantuessa on huolto myös lähellä ja saatavissa joustavasti.

2.3 Analysointi ja tietojen julkaiseminen

Tuloksia analysoin lähinnä osien saatavuuden sekä niiden laadun perusteella. Vastausaktiivisuus oli myös mielenkiintoista koska, vieläkään ei ole joistain tekijöistä mitään kyselyä tullut jatkoon suhteen. Saatiin selville heti että, ohjausvalmistaja suosittelee kääntymään modernisoijien puoleen kun, oli kyse CNC - ohjauksesta ja kenelle näitä voidaan myydä. Tuntui aluksi oudolta että ei voi tilata esim. CNC -ohjausta ja tarvikkeita. Vastauksia analysoidessa ja komponenttien tarkkuutta tutkiessani syntyi helposti kokonaiskuva tästä hankkeesta, ja siitä kuinka vaativa se tulee olemaan. Tietynlaisten asioiden julkaisemiseen tarvittaisiin lupia joten jätettiin esim. pois suoraan Yritysten nimet ja käytettiin aakkosia nimien sijaan. Näitä saa selville kuka tahansa joka alalla työskentelee ja kysyy koska, alue on automatisointi sekä numeeriset ohjaukset.

3 MODERNISOINTI

3.1 Modernisoinnin määritelmä

Modernisoinnissa vanhalle laitteelle tapahtuu muutoksia jotka, aiheutuvat uusien osien tuomista mahdollisuuksista. Modernisointi voidaan jakaa pieniin muutoksiin jotka, parantavat tietyllä tapaa konetta ja uudistavat toimintoja tarkemmiksi ja pitkäikäisemmiksi. CNC– koneeksi muutettaessa koneesta tulee täysin automaattinen. Käytännössä vain runko jää ja kaikki tarpeettomaksi jäävä riisutaan ympäriltä pois, ja uudet komponentit korvaavat nämä täysin ja tuovat samalla lisäominaisuuksia. Kone on modernisoinnin jälkeen kuin uusi koska, komponentit ovat täysin samoja kuin uusissa koneissa. Kun koneeseen vaihdetaan paljon osia, syntyy käytännössä uusi kone joten, sitä ei enää koske vanhat säädökset vaan, uusienkoneiden voimassaolevat konedirektiivit. Sähkökomponenttien osalta omat asetukset ja vaatimukset, varsinkin asennettaessa pätevyys tulee pystyä osoittamaan. Lisäksi vaatimustenmukaisuusvakuutus allekirjoitetaan tekijän toimesta työn loppuvaiheessa.

3.2 Modernisoinnin vaiheet

Modernisoinnissa on vähintään seuraavat vaiheet suoritettava.

- Suunnitelma.
- Työnsuorittajien kartoitus.
- Vaihtoehtojen vertailu.
- Työnsuorittajien valinta.
- Ohjauksen valinta.
- Purkaminen.
- Komponenttien tarkastelu.
- Uusien komponenttienvaihtaminen.
- Moottoreiden laskelmat.
- Johteiden hionta sekä kaavaus.
- Kokoonpano.
- Kuularuuvien asennus.

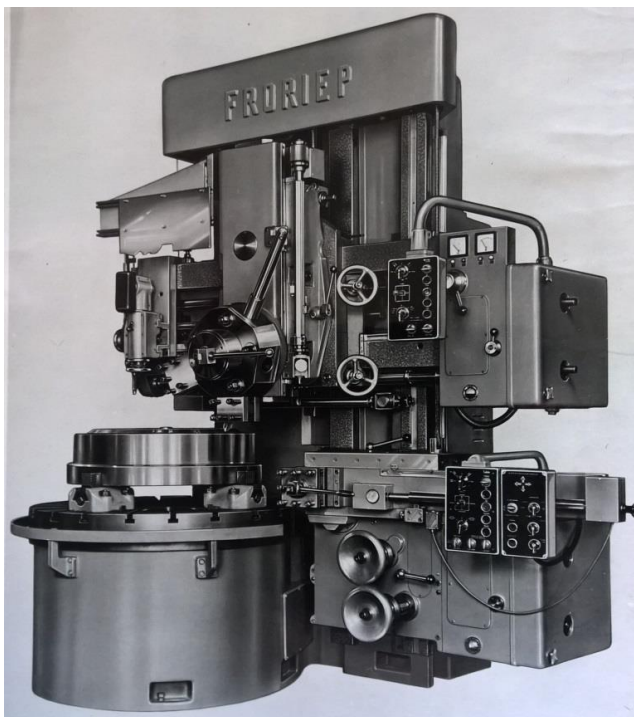
- Servomootoreiden asennus.
- Voitelujärjestelmän asennus.
- Sähköistykset.
- Koeajot.
- Suojalaitteet.
- Dokumentaation kokoaminen.
- CE- merkinnät ja koneturvallisuusdirektiivien vaatimusten laadinta.
- Tarkastuspöytäkirjat.
- Työn hyväksyttäminen.

3.3 Modernisoijan velvoitteet ja vastuut

Modernisoinnissa esim. sähköisten komponenttien asentajalta vaaditaan alan osaamista siinä määrin että, työ voidaan turvallisesti suorittaa ja kytkennät ja sähkösuunnitelmat ovat asianmukaisia. Tästä johtuen servomootoreita ja ohjainyksiköitä ei myydä erikseen koska, tämän tyyppinen projekti on osakokonaisuus ja tavarantoimittajat luovuttavat näitä osia ainoastaan osaaville toimijoille. Kalliiden komponenttien vuoksi väärinkytkenät voivat aiheuttaa rikkoontumisia ja tällöin takuut eivät ole voimassa. Modernisoinnissa koneeseen vaihdetaan niin paljon uusia osia että, voidaan puhua uudesta koneesta tai sen syntymisestä. Modernisoijaa velvoittaa asiakirjojen laadinta sekä ammatilliset pätevyudet sähkö- ja automaatiokomponenttien asennuksien johdosta.

4 KARUSELLISORVI

Manuaalinen karusellisorvi (**Kuva 1.**) on metallintyöstökone jossa on valurauta runko ja koneen paino on n. 12 000 kg. Kuvan kone on samanlainen joka on modernisoinnin kohteena. Oikealla sivulla olevaa alapuolen sorvauskelkkaa ei ole. Koneella sorvataan pääsääntöisesti pyöreitä kappaleita, ja tehdään näistä lastua sorvaamalla erimuotoisia komponentteja. Karusellisorvissa on alkuperäiset mitta-asteikot eli NONIUS asteikot, ja jälkiasennuksena usein asennettu digitaalinäyttö sekä digitaaliset lineaarisauvat joissa, liikkuva anturi antaa numeraalisesti tietoa näyttöpaneeliin omasta sijainnistaan. Tämä on yleinen käytäntö ja työkalunvaihdonkin jälkeen toistotarkkuus säilyy koska, lineaarisauvan lukija-anturi välittää tiedon välittömästi kun liikettä tapahtuu. Työstöperiaate on sellainen jossa kappale pyörii, ja terä lähestyy kappaletta ylhäältä sekä sivulta päin. Harvinaisempaa on että kappaleen keskelle tehtäisiin työstöä. CNC - karusellisorvi jossa on pyörivät työkalut mahdollistaa kappaleen keskelle tehtäviä työstöjä esim. reikiä ja kierteitä.



Kuva 1. Karusellisorvi.

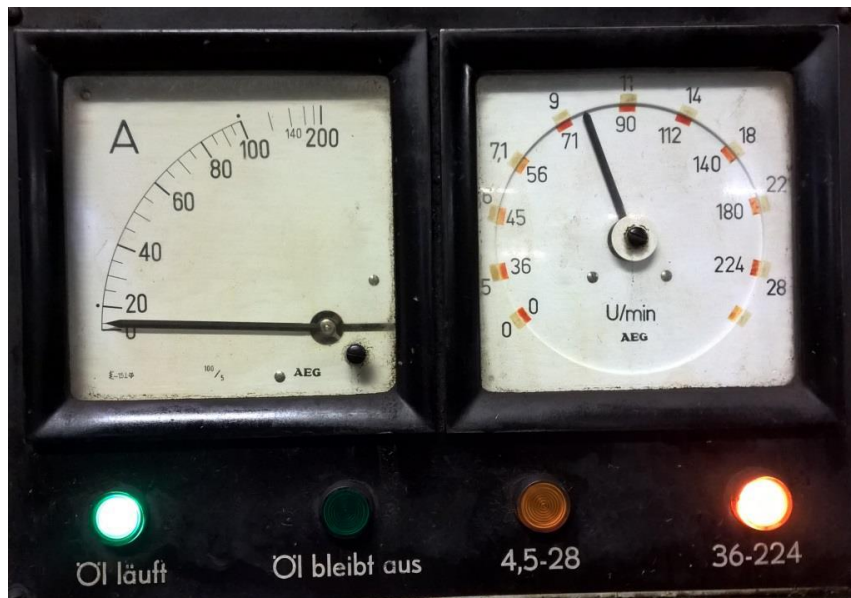
5 MODERNISOINNIN VAIKUTUS KONEESEEN

Tässä projektissa tapahtuu itse koneelle varsin paljon, ja koneesta poistetaan suuria kokonaisuuksia joilla, ei enää tehdä mitään ja joita ei tarvita enää. Pyörimisliikkeen aikaansaava sähköinen vaihteisto (**Kuva 2.**) joka on koneen rungon sisällä ja painaa n.700 kg. Tämä poistetaan kokonaan ja tilalle tulee pelkkä voimansiirtoakseli.



Kuva 2. Sähkömoottori ja vaihteiston hihnapyörä.

Ulkopuolella koneen oikeassa kyljessä on sorvauksen liikkeitä välittävä ja aikaansaava vaihdelaatikko jossa, syöttöarvot säädettiin käyttöpaneelissa olevalla valintapyörällä. Modernisoinnin jälkeen kaikki tarvittava liike saadaan täysin portaattomasti aikaan. Esimerkiksi työstöarvojen oikea asettaminen eri sorvauspaloille ts. vaihtopaloille saadaan laadun ja kestävyys ylärajoille ja sitä kautta oikeiksi. Alkuperäisesti sorvissa on kierrosalueita 18 kpl ja syöttöalueita 12 kpl. Näiden lisäksi näyttöpaneelissa (**Kuva 3.**) oleva vihreä valo vasemmassa reunassa palaessaan ilmoittaa että, öljy virtaa koneenpöydän alla olevalle laakerille. Tämä voitelumuoto jää koneeseen. Valintavipu joka on (**Kuva 4.**) valintapyörässä kiinni vapautetaan ensin vastapäivään kääntämällä, sitten pyöräytetään valintapyörästä haluttu syöttöarvo ja vipu käännetään takaisin alkukohtaan. Koneetta on modernisoinnin jälkeen turvallinen käyttää koska, koneenkäyttäjän ei tarvitse päivystää koneen vieressä ja vaihtaa itse käsin näitä syöttöarvoja eri työkaluille sopiviksi.

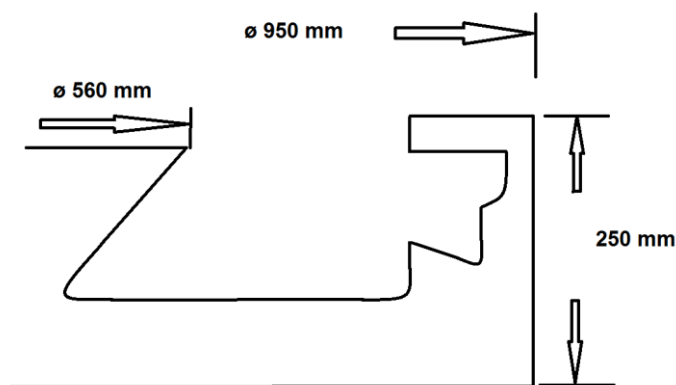


Kuva 3. Kierrosalueen näyttöpaneeli.



Kuva 4. Syöttöarvon valintakiekko.

Karusellisorvauksessa lentelee satunnaisesti lastuja, ja usein palohaavoja aiheuttanen ja tämä ongelma saadaan poistettua koska, automaattikoneissa on oltava paremmat lastusuojat kuin manuaalikoneissa. Tässä turvallisuusasiassa riittää koneen ympärillä oleva elementeistä koostuva verkkoaitaus, jonka oven avaamisesta aiheutuu koneen pysähtyminen. Ohjelmissa koneistaja osaa huomioida esim. lastujen poistamisen tiettyjen työvaiheiden välillä, nostamalla terää ajoittain ylös. Tietty vaiheet tuottavat jatkolastua joka, on vaaratekijä ja voi tuhota työkalun sekä, työstettävän kappaleen. Modernisoidulla koneella voidaan valmistaa osia joissa, on pintoja ja muotoja joita ei manuaalikoneella pystyisi valmistamaan. Tässä projektissa on lähtökohtana kappale jossa, olevat muodot ja näiden työstäminen on täytynyt suorittaa toisessa koneessa koska, karusellissa näitä ei voida työstää juuri koneen kankean käyttämisen sekä kuluneisuuden vuoksi. Urien ja kulmien koneistaminen on (**Kuva 5.**) modernisoinnin jälkeen ohjelmointia apuna käyttäen huoletonta koska, jokaisen pienenkin liikkeen aikaan saaminen välyksettömyyden ansiosta on mahdollista. Lastun katkeamisen vuoksi täytyy ohjelmaan tehdä, edestakaisia pieniä pisto liikkeitä jotka ovat lastunkatkeamisen vuoksi tärkeitä. Kyseisiä muotoja on mahdoton tehdä manuaalisella karusellisorvilla.



Kuva 5. Kappaleen poikkileikkauskuva.

Manuaalinen käyttö modernisoinnin jälkeen on mahdollista ja tarkempaa, välyksiin poistumisien vuoksi. Pyörimisnopeuden portaattomuuden ansiosta mahdollisten värinöiden hallittavuus paranee. Konetta voidaan myös käyttää manuaalisesti, ja käsiajolla asetuksissa ohjata pulssipyörällä ohjauspaneelistä, ja näytöltä seurata terän asemaa ja ohjelmoida tiedot ohjelman muistiin.

6 MODERNISOIJAT SUOMESSA

Modernisointia suorittavia yrityksiä on Suomessa nykyisin 5-20 yritystä jotka tekevät eriasteisia modernisointeja riippuen työn laajuudesta. Projektin laajuus riippuu hyvin paljon siitä kuinka, monta yritystä on yhtä aikaa tekemässä modernisointia. Toiset projektit ovat todella mittavia ja sitten on vain esim. yksittäisen koneen projekteja. Yhteistyö ja verkoston tuntemus on arvokasta tällä alalla, ja voidaan sanoa että kaikki tuntevat toisensa Suomen kokoisessa maassa, nimenomaan tällä alalla. Juuri näissä yrityksissä on tapahtunut paljon fuusioita koska, monipuolisuus ja osaaminen takaavat hyvän lopputuloksen. Modernisoijat ovat lähes poikkeuksetta toimineet aiemmin jossain suuressa yrityksessä huoltomiehinä, ja hankkineet erittäin vahvan ja monipuolisen osaamisen. Tätä kautta ja lisäksi erikoistumalla automaatioon sekä, tarpeellisen lisäkoulutuksen avulla on perustettu yrityksiä ja yhdistetty eri osaamista. Tämän projektin osalta on lähestytty viittä eri yritystä, ja suunnitelmaa esitetty sekä, muutamia käyntejä on ollut paikanpäällä. Alussa selvisi että kahdessa tapauksessa kone täytyisi lähettää kokonaan usean sadan kilometrin päähän, ja sitten takaisin saapuisi valmis kone. Tämä vaihtoehto suljettiin pois melko pian. Kolmen yrityksen kanssa on jatkettu neuvotteluja ja ehdotuksia modernisoinnin laajuudesta käyty läpi.

7 MODERNISOINTITYÖN SUORITUSEHDOTUKSET

7.1 Yritys A:n palveluiden kuvaus

Yli 35 vuoden kokemuksella tarjoamme kaikki alla luetellut palvelut:

- Metallintyöstökoneiden geometriset kunnostukset.
- johteiden hionnat paikanpäällä, sekä liukupintojen vaihdot.
- Työstökoneiden linjaukset, vaakitukset ja muut geometria säädöt.
- Työstökoneiden kokonaisvaltaiset modernisoinnit.
- Tarvittavat suunnittelut.
- Työstökoneiden siirrot ja asennukset.
- Mekaaniset kunnostukset ja vikakorjaukset kuten karalaakeroinnit, kuularuuvien vaihdot, sekä liukulaakereiden sovitukset.
- Sähkökunnostukset ja sähköongelmien selvitys.

Lukuisat asiakkaat ovat valinneet meidät vuosi- ja ennakko- huolto toimittajaksi. Huoltosuunnitelma sovitaan yhdessä asiakkaan kanssa. Ennakko- huoltoon voidaan sisällyttää kaikki perushuolloista koneen tarkkuussäätöihin ja paljon muuta. Lukuisat asiakkaamme ovat myös valinneet kunnossapidon suunnitteluun ja raportointiin kustannustehokkaan kunnossapito- ohjelmiston. Meiltä löytyy lukuisia referenssejä ympäri Suomen, niin pienemmistä kuin suuremmistakin konepajoista. Lisäksi monien vuosien varrella syntyneet kontaktiverkostomme avulla hankimme varaosat lähes koneeseen kuin koneeseen, merkistä ja iästä riippumatta./1/

7.1.1 Yritys A:n modernisointiehdotus

Toimittajalta B. tulee komponentit ja sähköistyksen esim. valmis sähkökaappi, ohjainkeskus, karamoottori. Sähköistys tehdään kun se on ajankohtaista. Mekaaniset asennukset tehdään yrityksen puolesta koneen omalla paikalla. Johteiden hionta suoritetaan poikkikelkan ollessa kiinni. Tämä mahdollistaa pystyluistin purkamisen paikanpäällä sekä paikallisen hiontayrityksen suorittavan pystyluistin taso- hionnan ja kaikki muut asennustyöt tehdään yrityksen toimesta. CNC- ohjaus vaihtoehto on Num.

7.2 Yritys B:n palveluiden kuvaus

- Modernisointi.
- Koneen suoritus- ja luotettavuustason nostaminen uudella CNC- ohjaus järjestelmällä.
- Lähes sadan modernisointiprojektin kokemuksella.
- Metallintyöstö, puuntyöstö, erikoiskoneiden, sekä robottien uudistaminen.
- Suunnittelu, toteutus, koulutus ja dokumentointi.
- Niin pienet kuin suuret ja tunnetut yritykset Suomessa ovat luottaneet ammattitaitoomme.
- Koneiden modernisoinnissa jo yli 25 vuoden ajan.
- Käytämme kovimmankin laatu- ja ympäristövaatimuksen täyttäviä CNC - ohjausjärjestelmiä.
- Modernisointi kannattaa ja säästää. /2/

7.2.1 Yritys B:n modernisointiehdotus

Yritys toimittaa komponentit ja sähköistykset esim. valmiin sähkökaapin, ohjainkeskuksen sekä karamoottorin. Sähköistys tullaan tekemään kun se on ajankoh- taista. Mekaaniset asennukset tehdään yritysten B:n ja C:n puolesta ja koneen omalla paikalla esim. johteiden hionta suoritetaan koneeseen päin yritys A:n toi- mesta. Tämä mahdollistaa pystyluistin purkamisen paikanpäällä sekä, paikallisen hiontayrityksen suorittavan pystyluistin johteiden tasohionnat. Johteet tullaan kaavaamaan yritys C:n toimesta sekä suojien asennukset ja voiteluyksikön asen- nus. Kaikki muut asennustyöt tehdään tilaajayrityksen toimesta ja yritys myös näistä vastaa. CNC- ohjaus vaihtoehto on Num.

7.3 Yritys C:n palveluiden kuvaus

Yritys C Oy on konepajateollisuuden huoltopalveluihin erikoistunut yhtiö. Liikeajatuksemme perusta on vahva asiakaslähtöisyys joka, ohjaa päivittäistä toimintaamme. Olemme poikkeuksellinen huoltopalvelujen tuottaja muun muassa siksi, että hallintomme enemmistö on asiakkaidemme edustajia. Se tuo toimintamme kehittämiseen todellista käytännön asiakaslähtöisyyttä.

Hallitsemme kokemuksella erilaisten työstökoneiden:

- Johdetyöt ja peruskunnostukset.
- Korjaamme työstökoneiden karayksiköt ja kulmapäät.
- Myös vaativimmat suurnopeuskarat ovat osa toimialuettamme.
- Suoritamme yksittäisten koneiden ja kokonaisuuksien siirtoprojekteja.

On asiakkaan teknologia sitten uusinta ja tarkinta tai vanhaa ja voimakasta, puhumme sujuvasti sen omaa kieltä./3/

7.3.1 Yritys C:n modernisointiehdotus

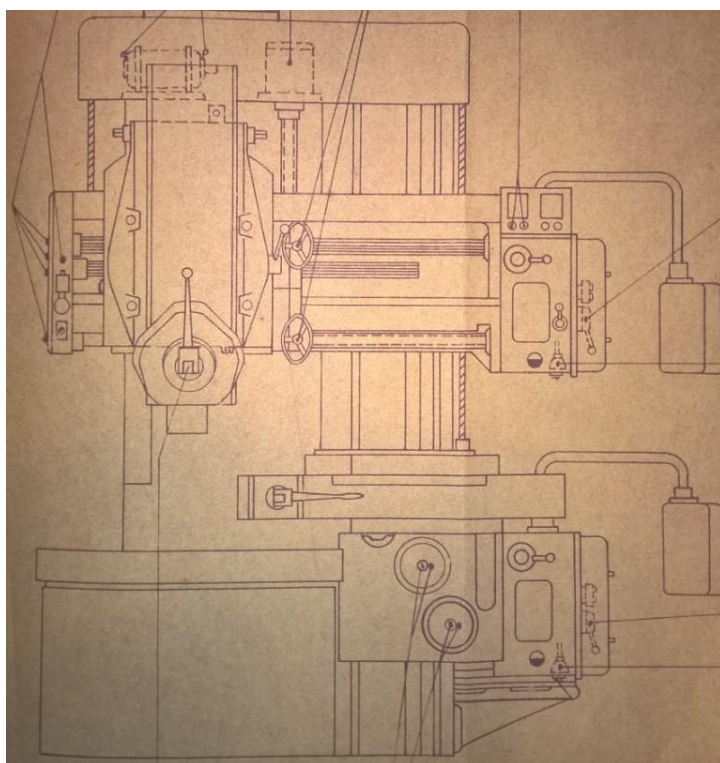
Modernisointi tehdään yrityksen tiloissa ja puretaan poikkikelkka ja toimitetaan työn suorittajan tiloihin jossa, suoritetaan kelkan osiin purkaminen ja hionnat sekä, johteiden kaavaaminen. Samalla tehdään myös voitelukanavien muutokset sekä, työkalurevolverin mahdolliset muutokset. Kelkka toimitetaan takaisin ja tehdään kuularuuvien ja muttereiden asennukset sekä, liikeruuvien servomoottorit sekä päämoottorin kytkennät. CNC - ohjauksen asennus ja testiajot. Ohjauksen vaihtoehto on Fanuc.

8 TYÖNSUORITTAJAN VALINTA

Tutkimuksesta ja ehdotuksista sopivin vaihtoehto oli B:n tarjoama vaihtoehto. Sen lisäksi yritykset A, B, ja C sijaitsevat tilaajayrityksen kannalta suhteellisen lähellä joten, kaikkia näitä kolmea yritystä käytetään projektissa. Yritys A voi suorittaa johteiden hionnat paikanpäällä, yritys C kaavaa johteet ja yritys A toimii pääteki-jänä koska, he toimittavat kaikki tarvikkeet ja sähkökomponentit sekä CNC - ohjauksen ja servomoottorit. Tuloksena päädyimme Num merkkiseen CNC - ohjaukseen ja näiden kolmen em. yrityksen kanssa tehtävään sopimukseen tarvittavista työtehtävistä sekä toimenpiteistä. Komponenttien suhteen oli huomattavia eroja ja samalla myös taloudellista säästöä saataisiin aikaan tietyillä valinnoilla. Tärkeimpiä syitä valintaan oli juuri se että, työ voidaan suorittaa koneen omalla paikalla lähes kokonaan.

9 KONEEN ALKUPERÄISET PIIRUSTUKSET

Koneen alkuperäisiä rakenteesta olevia kuvia on hyvin vaikea saada, ja etsintä on vielä käynnissä ja odotellaan vastauksia. Saksasta ja Hollannista sekä muualta Euroopasta voi mahdollisesti jotain löytyä. Valmistajan fuusion myötä, arkistoissa voi olla kuvia. Nykyisellä toimijalla SCHIESS FRORIEP :llä voi mikrofilmillä löytyä kuvia joita tässä suunnitelmassa voisi hyödyntää. Mikäli kuvia ei saada on ainoa mahdollisuus purkaa, ja sitten vasta katsoa vaatimukset ja uusien osien asennusmahdollisuudet. Eräs modernisoija ei pitänyt kuvia mitenkään tarpeellisena koska, kone saa uuden elämän uusilla osilla joten aiemmalla toiminnalla ei ole merkitystä. Kuitenkin mahdollisten rakennekuvien tarkastelu esim. pystykelkan takana olevien vaihdelaatikoiden rakenteen selvittämiseksi, voisi olla ratkaisevassa asemassa purkamisjärjestystä tarkasteltaessa. Alkuperäisessä piirustuksessa (**Kuva 6.**) on vain ulkomuodot ja ääriviivat koneelle joten tästä ei ole hyötyä purkusuunnitelmaan.



Kuva 6. Alkuperäinen piirustus koneen etuosasta.

10 TYÖSTÖKONEEN CNC-OHJAUKSET

Seuraavassa on lueteltu muutamia tunnettuja CNC- ohjausvalmistajia sekä, lyhyt kuvaus ohjauksen soveltuvuudesta projektiin. Kuvissa 7-11 on jokaisesta merkistä ohjauspaneelin kuva joten, voidaan nähdä visuaalisesti eron olevan minimaalinen. Fanuc, Siemens ja Heidenhain ovat selkeästi yleisimpiä. Fagor on 2000-luvun ohjauksia. Num on toiminut 50 vuotta.

Siemens, Fagor, Num, Fanuc, Heidenhain.

10.1 Siemens

Siemens on ohjauksena Suomessa vähemmän tunnettu koska, aiemmin on huoltomiehiä tullut ainoastaan Saksasta. Tilanne on nykyään jo parempi mutta, tähän projektiin ei Siemens ole paras vaihtoehto.



Kuva 7. Siemens hallintapaneeli.

10.2 Fagor

Fagor on nykyaikainen ja edullinen CNC - ohjaus. Ohjausta ovat kehittäneet koneistajat, ja se on myös keskusteleleva sekä, samalla opetettava ohjaus. Työkiertojen ohjelmointi on yksinkertaista ja selkeää. Eräs havaittu ongelma on valmistajan omat parametrit joissa, kone tekee liikkeen jota, ei ole ohjelmoitu mutta, ohjelma tekee siitä huolimatta pienen nytkähdyksen ennen, varsinaista työstöradan seuraamista. Toisinaan tästä voi seurata törmäyksiä ja rikkoontumisia. Fagor ohjauksessa on myös mahdollisuus muuttaa ohjelmointikieli perinteiseksi G-koodiksi. Tämä ohjaus on hyvä vaihtoehto tähän projektiin.



Kuva 8. Fagor ohjauspaneeli.

10.3 Num

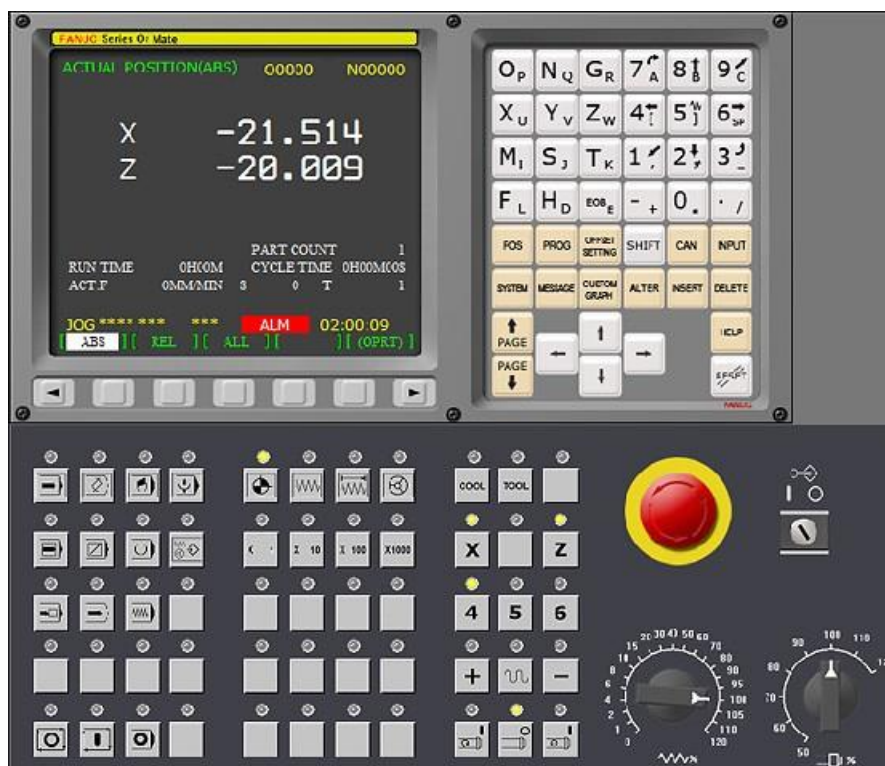
Ohjaus on Sveitsiläinen ja siirtyi erään Diplomi-insinöörin omistukseen hänen ostaessaan yrityksen Shneider yhtiöltä. Num yrityksen historiaan liittyy nimiä kuten Shneider, Telemecanica ja ensin mainittu on elektroniikan jättiyrityksiä ja jälkimmäinen servomootoreita valmistava italialainen yritys. Num osti tämän Italialaisen moottoritehtaan joten, nykyään samasta paikasta tulee servomoottorit ja CNC -ohjaukset. Ohjaus on erittäin kilpailukykyinen muihin ohjauksiin verrattaessa. Itse olen työskennellyt metallialalla 30 vuotta ja en ollut kuullutkaan tästä ohjausmerkistä aiemmin, huolimatta siitä vaikka heillä on 50 vuoden kokemus. Yritys A on käyttänyt useissa kohteissa tätä ohjausta ja kokemukset ovat olleet hyviä. Tämä ohjaus on myös vaihtoehto tähän projektiin. Tästä on tulossa kokeiluversio jota, voi käytäntöön soveltaa ja tutkia onko ohjaus varteenotettava vaihtoehto.



Kuva 9. Num ohjauspaneeli.

10.4 Fanuc

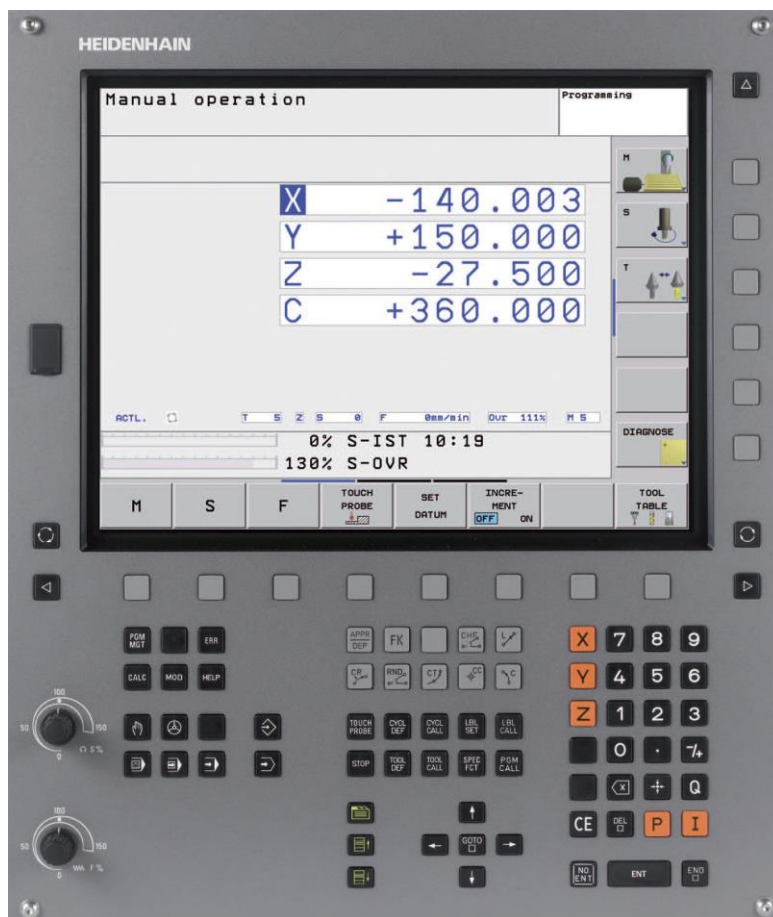
Fanuc on maailman yleisin ja myydyin CNC -ohjaus. Massatuotantoon sopiva ohjaus koska suuria muutoksia ei tarvitse tehdä ohjelmiin. Vain korjausarvoja lähinnä ohjelmiin jossa, terän asemaa muutetaan seuraavia kappaleita ajatellen. Toleranssien muutoksia eli hyvin pieniä muutos mittayksiköitä. esim. 0.03 mm suuntaan tai toiseen. Ei ole merkitystä sillä onko, ohjaus sorvissa, tai jyrsinkoneessa. Japanilainen CNC -ohjaus. Yli 65 % markkinaosuus maailman CNC -ohjauksista. 99.99 % luotettavuus. 55 vuoden kokemus. 3 miljoonaa asennettua CNC- ohjausta. Eräs yritys joka Fanuc ohjausta myös asentaa ja myy kertoi syyn siihen miksi Suomessa ei ole Fanuc liikettä tai konttoria. Kiinan myydään 2000 kpl ohjauksia kuukaudessa ja Suomeen 20 kpl vuodessa. Ei hyvä vaihtoehto tähän projektiin.



Kuva 10. Fanuc ohjauspaneeli.

10.5 Heidenhain

Heidenhain on saksalainen tuotemerkki. Tehdas avattiin vuonna 1948. Ohjaus on kalliimpi kuin muut. Ohjaus on erittäin nopea toteuttamaan monipuolisiakin muotoja muutamilla työkierto komennoilla joissa, on ohjelmaa ainoastaan muutama rivi. Työkierrot ovat koneen sisäisessä protokollassa ja ohjelma tarvitsee vain esim. jyrättävän muodon tai kolon Z-syvyyden, X-pituuden ja Y-leveyden. Tämän jälkeen kone työstää itse jakaen esim. lastun paksuudet sopiviksi parametrien mukaan. Ohjausta käytetään enemmän jyrskoneissa kuin sorveissa, ja soveltuvuus on yksittäisiin ja vaihteleviin työstötehtäviin hyvä valinta. Aarporakoneessa todella hyvä ja joustava käyttää.



Kuva 11. Heidenhain ohjauspaneeli.

11 KOMPONENTIT

11.1 Päämoottori

Päämoottori on takaisin kytkettävä oikosulkumoottori jonka, teholuokka n. 35 kW. Taajuusmuuttaja jota ohjaa suoraan CNC- ohjaus ja mahdollinen moduuliosa joka, vaihtelee eri ohjausvalmistajien välillä. Tällä saadaan sorvinpakka pyörimään ja voidaan portaattomasti säätää ja ohjelmoida. Tarvittaessa on mahdollista valita 2 aluetta joissa on jaoteltu pyörimisnopeus. Tämä selvinnee purettaessa konetta.

11.2 Kuularuuvit

Kuularuuvi on pyöreäharjainen metalliruuvi jonka, uran muoto vastaa kuulan muotoa. Kuularuuvi (**Kuva 12.**) on tarkkuuskomponentti joka, on kehityksen myötä saatu tuote. Ensimmäiset kuularuuvit ilmestyivät 1980 -luvulla. Ruuvi pyörii ja siirtää mutteria välyksettömästi tai välyksen ollessa hyvin pieni esim. 0,001-0,05 mm. Ruuveja voidaan valmistaa eri menetelmillä ja saada tiettyyn kohteeseen sopivat osat. Kuulat kulkevat ruvin urissa johon, on työstetty samanlainen muoto. Kuulat liikkuvat mutterin sisällä peräkanavaa ja ns. jakoputkea pitkin palaaavat aina alkuun ja takaisin kiertoon. Tästä johtuen kuulat eivät kulu samasta kohdasta. Kuulia on erimittaisia ja niitä saadaan 0,001 mm tarkkuudella tilattua valmistajilta.



Kuva 12. Kuularuuvin ja mutterin poikkileikkauskuva.

11.2.1 Valssatut kuularuuvit

- Kuularuuvien halkaisijat 6-80 mm, varastoitavat halkaisijat 16-80 mm.
- Nousut 1-50 mm, varastoitavat nousut 5-40 mm.
- FSI ja FSC – kuulamutterit DIN 69051 -mukaisilla mitoilla.
- Varastoitava tarkkuusluokka T7 (0,052/300 mm). Saatavilla myös T5 (0,023/300 mm).
- Saatavilla useita mutterimalleja sekä uusi S-sarja, DN-arvo jopa 200 000.

11.2.2 Kuoritut kuularuuvit

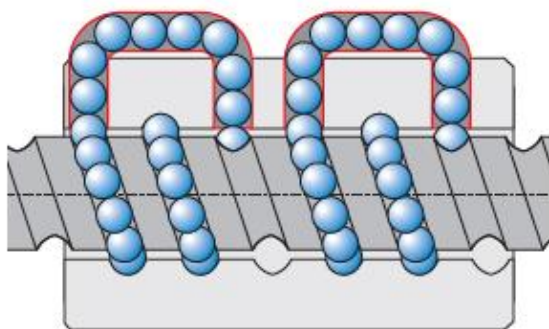
- Kuularuuvien halkaisijat 16-80 mm.
- Nousut 5-20 mm.
- Tarkkuusluokat T5 (0,023/300 mm) ja T7 (0,052/300 mm).
- Myös esijännitetyt kaksoismutterit.
- Valmistus saksassa, nopeat toimitusajat.

11.2.3 Hiotut kuularuuvit

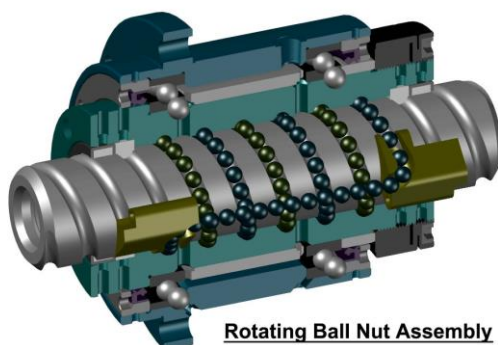
- Kuularuuvien halkaisijat 6-100 mm.
- Nousut 1-50 mm.
- Nousutarkkuudet 0,0035/300 mm alkaen.
- Useita esijännitettyjä mutterimalleja sekä standardeja, ruuvi- ja mutterikonaisuuksia. /4/

11.3 Kuulamutterit

Kuulamutteri liikkuu kuularuuvissa joka on kitkakertoimeltaan 0,9 luokkaa kun, trapetsiruuvilla on kitka-arvo eli hyötysuhde 0,3. Tästä johtuen kuulamutteri vaatii todella pieniä voimia liikkuaan, ja parhaiten tämän voi kuvailla niin että, jos alkuperäinen trapetsi ruuvi on esim. \varnothing 60 mm, niin vaihdettaessa kuularuuviin ei voida laittaa niin pientä kuin ohjekirja antaa ymmärtää, eli \varnothing 16 mm. Jopa sen kantokyky on 3000 kg. Kuvissa 13- 14 kuulat kiertävät rataa ja aina on uusia kuu- lia tulossa nousuosaan toisesta päästä jolloin, kuluminen on ensinnäkin tasaista ja kitkapinnat ovat hallittavissa. Huolto kuulamutterille on minimaalinen ja vaatii voitelua n. 100 työtunnin välein. Puhtaus on luonnollisesti tärkeää, eli ruuvin koko tila tulee olla suojattu paljesuojilla.



Kuva 13. Kuulamutterin kuulien liikerata.



Rotating Ball Nut Assembly

Kuva 14. Kuulamutterin kuulien liikeratamalli.

11.4 Servotekniikka

Servotekniikka on alun perin keksitty sotateollisuuden tarpeisiin. Toisessa maailmansodassa sitä käytettiin tarkkojen liikkeiden tuottamiseen, esim. paikantamaan lentokoneita, ilmatorjuntatykkeitä, tutkia yms. Kuten teknologia yleensäkin, sotateollisuuden innovaatiot ovat saaneet myös rauhanomaisia käyttökohteita. Aluksi servotekniikkaa sovellettiin prosessiteollisuuden säätöihin ja numeeristen työstökoneiden ohjaukseen. Nykyisin servoja käytetään toteuttamaan teollisuusrobottien tarkkuutta ja nopeutta vaatimia liikkeitä. servotekniikalla saadaan aikaan tarkkoja ohjauksia aseman, voiman, ja momentin suhteen, mistä servojärjestelmät ovat saaneet myös nimensä. Servojärjestelmä on yleensä kompakti toimilaitepaketti. Liikkeen toteuttaa yleensä servo- tai askelmoottori, jolla on pieni hitausmomentti, mikä mahdollistaa suuren kiihtyvyyden. Mittauselimenä asemaservoissa on yleensä pulssianturi. Kalliimmissa järjestelmissä voidaan paikannukseen käyttää absoluuttista koodianturia tai resolveria. Nopeuden mittauslaitteena käytetään tavallisesti takogeneraattoria tai pulssianturia. Järjestelmän ohjauselimenä toimii mikro-tietokone tai ohjelmoitava logiikka. Nykyisin servotekniikan yhteydessä puhutaan kehittyneistä liikkeenohjausjärjestelmistä, jotka takaavat korkean suorituskyvyn, helppokäyttöisyyden ja luotettavuuden. Järjestelmän aivoina toimii liikkeenohjain, joka eri väylien mm. Ethernet, Profibus-DP ja DeviceNet kautta komentavat servo- ja lineaarimoottoreita. Moniohjain pystyy suorittamaan jopa 14 eri tehtävää samanaikaisesti./5/



Kuva 15. AC-Servomoottori.

11.5 Servomoottorit

Servomoottorit ovat moottoreita joiden ominaisuuksiin kuuluu sekä, molempiin suuntiin pyöriminen ja lisäksi pitää moottori paikallaan eli lukittuna tai jarrutettuna. Siksi käytetään hiiliharjattomia moottoreita (**Kuva 15.**) työstökoneissa ja ne ovat, erittäin hyvin suojattuja ja toimintavarmoja. Takaisinkytkettävä moottori antaa sijainnistaan tietoa takaisinpäin ohjaukselle ja sen jälkeen myös korjaukset ovat ohjauksen ja moottorin yhteisen protokollan mukaisia. Servomoottorin toiminta perustuu käämiin ajettavaan kanttipulssiin, ja tätä pulssin aallon taajuutta ja leveyttä säädellään esimerkiksi, tietyn kiihtyvyyden aikaansaamiseksi. Moottoreissa on sisäinen hälytysjärjestelmä joka, tekee ne virrattomiksi kun, ohjelmoitu hälytin laukeaa. Asetuksia tehdessä esim. kappaleen kiinnityssäätiöjä tai muutoin ollaan käsiajo valikossa, niin koneen ohjaus ei anna servomoottoreiden liikkua esim. pikaliikevauhtia turvallisuussyistä. Tämä on servomoottoreiden tärkeimpiä ominaisuuksia.

11.6 Ohjauskeskus

Ohjauskeskus on hallintapaneeli jossa joko, tehdään koneelle ohjelmaa tai voidaan ajaa pulssipyörää pyörittämällä myös teräkelkkaa, ja ohjata koneen istukkaa ja pyörittää sitä valintojen mukaan. Ohjauksessa on integroitu logiikka joka, ohjaa esimerkiksi suojaovia, työkalunvaihtoa, sekä voiteluysikköä. Tarkemmin kuvattuna logiikka antaa binäärilukuja jotka, integroinnin avulla muutetaan käskyiksi joita servomoottori pystyy toteuttamaan, ja liikkeen tehtyä ilmoittaa että on saapunut kohteeseen jolloin ohjelma jatkaa.

11.7 Sähkökeskus

Sähkökeskus ei ehkä mahdu vanhojen osien tilalle joten, se asennetaan vaihteistolta vapautuvan tilan kohtaan jossa, se on myös suojassa. (**Kuva 16.**) Nykyaikainen sähkökomponenttien sijainti ja selkeä järjestys. Yksinkertaistetut komponentit ovat toiminnoiltaan myös monipuolisia.



Kuva 16. Nykyaikainen työstökoneen sähkökeskus.

11.8 Voitelujärjestelmä.

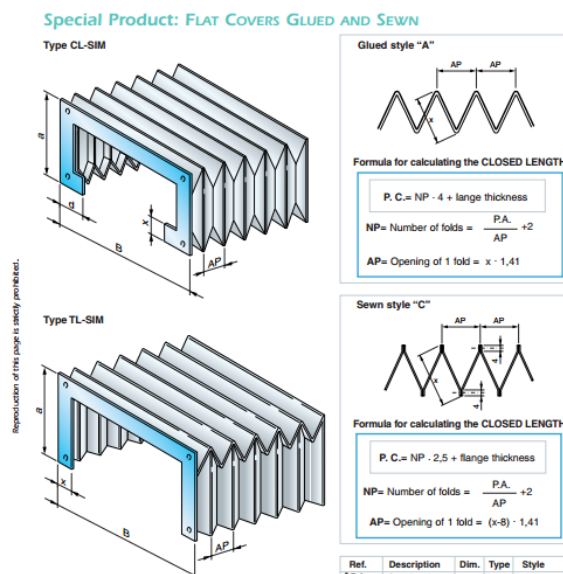
Koneen nykyinen voitelujärjestelmä vaihdetaan uuteen automaattiseen voiteluysikköön (**Kuva 17.**) jossa, on säiliö jonka tilavuus on 1-2 litraa. Tätä ohjataan parametrien mukaan taukoajoja määrittelemällä. Mäntä jonka takana on paine, vapauttaa johdeöljyn pulssin saatuaan putkea pitkin jakotukkiin josta, öljy jakaantuu muihin kohteisiin. Kun konetta ei käytetä virran ollessa päällä, öljyä ei annostelija pumpkaa kuitenkaan koko ajan. Vaikka taukoajo olisi jo ylittynyt, pumppaus tapahtuu kuitenkin vasta, paineen laskettua männän takana. Paineanturi varmistaa, ettei öljyä pumpata tarpeettomasti kohteisiin. Kuularuuvien huoltoväli eli voitelu on noin 100 tuntia. Tästä syystä kuularuuvien ympärillä olevat suojat on oltava tiiviit.



Kuva 17. Automaattinen voiteluysikkö.

11.9 Koneen suojat

Johteet ja kuularuuvit suojataan kuvassa 18 olevien paljesuojien tyyppisillä suojeilla jotka, pitävät pölyt ja lastut pois kuularuuvien lähetyviltä. Nämä valmistetaan mittojen mukaan ja kiinnitetään ruuveilla koneen runkoon. Toimittajia löytyy suojeille ja räätälöinti on välttämätöntä.



Kuva 18. Johteiden ja kuularuuvien paljesuoja.

Palkeisiin saa lisäksi teräs- tai alumiinilamellit. Ne on kiinnitetty palkeiden ulkopintaan. Niiden tarkoituksena on antaa lisäsuojaa esim. iskuja ja teräviä kappaleita vastaan asennettaessa esimerkiksi uutta kappaletta pöydälle.

11.10 Lastusuojat

Nykyisen pakansuojan tilalle tehdään korkeampi ja kokonaan peittävä suoja koska, ei tarvitse enää nähdä työstötapautumaa ja jatkolastujen mahdollisuuden vuoksi voidaan valmistaa esim. polykarbonaatista 300*300 mm ikkuna joka, on vaihdettavissa. Lastusuojien ollessa auki myös itse kone toimii asetusajo moodilla jossa, liikkeet ovat hitaampia ja pikaliikkeet eivät ole mahdollisia koska, parametrit antavat servomoottoreille tästä tiedon ja estävät niitä pyörimästä nopeasti.

12 KOMPONENTTIEN VALINTAAN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

12.1 Käytäntö ohjausten toimituksissa

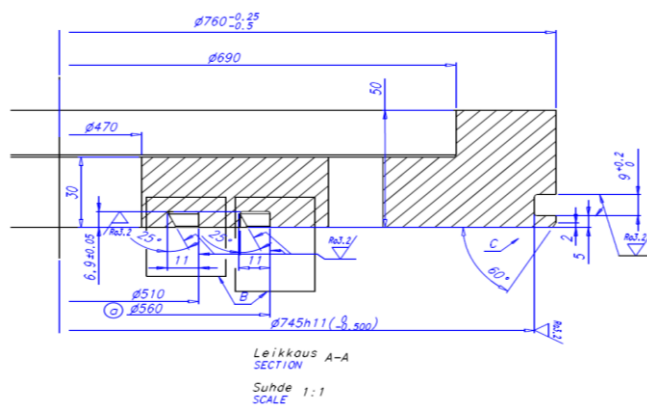
Yleistilanne ja menettely CNC- ohjauksia toimittavissa tahoissa on että, tilaaja tekee sopimuksen modernisointeja tekevän yrityksen kanssa joka, suorittaa modernisoinnin toimittajan komponenteilla. Osia ei näin ollen myydä kenelle tahansa. Tämä on poikkeuksellista ja se johtuu ensinnäkin myyjän resursseista sekä vastuukysymyksistä. Myyvällä taholla ei usein ole henkilökuntaa joka, suorittaisi modernisoinnin vaatiman CNC- ohjauksen kalibroimisen eli rajojen ja parametrien asetukset sekä, asentaisivat tarkkuuskomponentit jotka vaativat, ammatillista pätevyyttä asennusta tehdessä.

12.2 Yhteensopivuudet komponenttien suhteen

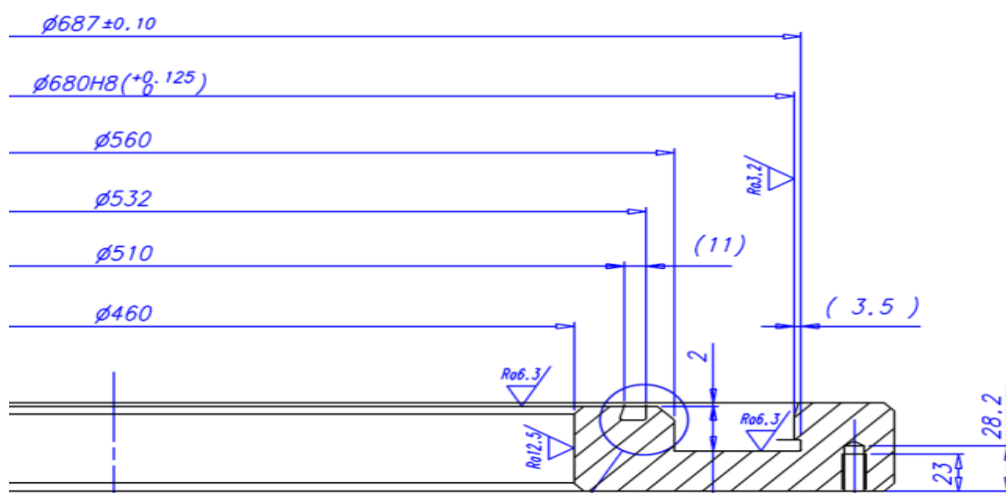
Valmistajilla on erilaisia suojauskeinoja omien tuotteiden käytön estoon koska, vain tietty protokolla ohjauksen ja servomoottorin välillä voi toimia ja se voi pahimmassa tapauksessa sekoittaa toiminnot niin että, niitä ei huoltotoimilla saada enää palaamaan eli, jotain muutakin tapahtuu kun, kytketään komponentteja sekaisen keskenään. Tästä olen kuullut muutamia tapauksia, ja lopuksi on vaihdettu koko ohjaus uuteen ja vasta sitten ongelmat ovat korjaantuneet. Valitsimme CNC- ohjaukseksi Num- merkkisen ohjauksen koska, silloin voidaan käyttää myös samanmerkkisiä servomoottoreita jotka, kiinnitetään suoraan kuularuuviin kytkinkappaleen toimiessa liittimenä. Kytkinkappale sallii säteittäisen poikkeaman ja on välilyöntö. Lineaarisauvojen käyttö ei ole tarpeellista koska, servomoottorissa on anturi joka antaa tarvittavan tiedon luotettavasti ja tarkasti.

12.3 Työkappaleen kuvaus.

Tässä projektissa työkappale on levyosa joka, on terästä S355 ja polttoleikattu työvaroilla, eli jätetty muutamia mm:ä puhtaaksi koneistusta varten. Mitat ovat 65 mm paksu, 800 mm ulkohalkaisija ja 450 mm reikä keskellä. Kappale koneistetaan kaikilta pinnoilta ja pinnanlaatu on n. 6,3 sekä tarkoissa pinnoissa 3,2. Vaikka tähän projektiin räätälöidään kone, niin sillä voidaan kuitenkin työstää lähes kaikki kappaleet jotka koneeseen mahtuvat. Kuvissa 19 ja 20 on kappaleiden poikkileikkauksesta kuva.



Kuva 19. Ensimmäisen kappaleen toleranssialueet.



Kuva 20. Toisen kappaleen toleranssialueet.

12.4 Vaadittava tarkkuus

Tarkasteltaessa tarvittavaa tarkkuutta ja koneistettavan kappaleen käyttötarkoitusta, niin riittävä tarkkuus saavutetaan komponenteilla joiden toleranssit ovat 0,05 mm, näihin lukemiin pääsevät kaikki valmistajat ja suurin merkitys on kuularuuvilla ja mutterilla. Monet muut asiat voidaan parametrisesti säätää koetulosten mukaan, esimerkiksi tietyt nousuvirheet saadaan poistettua joten, itse sähköisille komponenteille ei ole aihetta asettaa epäilyksiä tarkkuudesta. Osat ovat hinnaltaan arvokkaita, ja takaisinkytkentäominaisuus on säädettävä ja tarkka. Nykyään ei tarvita lineaarisauvoja ilmoittamaan ja varmistamaan paikkaa josta, halutaan tieto tai määrittäminen. Servomootorin sisällä on enkooderi eli anturi joka, välittää tiedon omista liikkeistään ja kierroksistaan jonka ohjauskeskus kääntää näyttöpaneeliin ymmärrettävään ja luettavaan muotoon.

13 TYÖVAIHEET

13.1 Poikkikelkan poisto

Poikkikelkan irrotus tehdään mikäli, hionta poikkijohteisiin täytyy tehdä toisaalla tasohiomakoneessa. Irrotus tapahtuu trukilla ja kuvassa 21 olevat lukituspalat täytyy ensin avata. Tämä selviää myöhemmin jos, trapetsiruuvien poistaminen ja vaihtaminen kuularuuveihin ei onnistu. Paikallaan hionnassa purettaisiin vain pystykelkka katonosturilla, ja tasohiottaisiin pystyjohteiden pinnat.



Kuva 21. Poikkikelkan takalukituspalat.

13.2 Pöydän poisto

Pöydän laakeroinnin tarkistus on välttämätöntä ja tähän olisi alkuperäisistä kuvis-
ta suurta apua vahinkojen välttämiseksi. Laakerin tyypistä ei ole mitään tietoa ja
lähetettyihin kysymyksiin ei vielä ole tullut vastauksia aiemmin remontin tehneil-
tä.

13.3 Vaihteiston poisto

Koneen oikealla puolella puolentoista metrin korkeudessa oleva vaihteisto, ja sen
sisältämät osat sekä öljy, voidaan poistaa kokonaan koska, ne jäävät tarpeettomik-
si kun, servomoottori hoitaa tarvittavat syöttöliikkeet ja pikaliikkeet. Vaihteisto on
kooltaan 1000*1000*350 mm kooltaan ja se on täynnä hammaspyöriä ja akseleita.

13.4 Karan vaihdelaatikon poisto

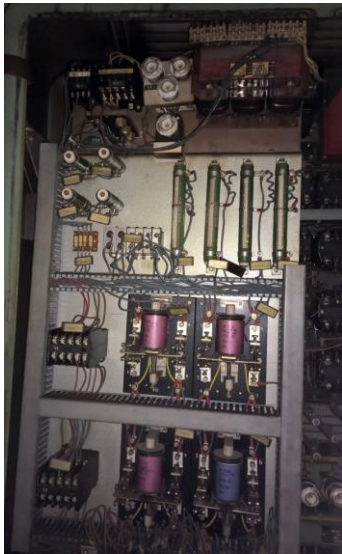
Vaihdelaatikko joka on painoltaan n.1000 kg ja on koneen takana sekä **(Kuva
22.)** rungon sisällä, poistetaan koneesta ja akseleiden ja hammaspyörien tilalle
valmistetaan uusi akseli joka, on mitoiltaan $\varnothing 100$ mm. Vaihteiston runko säilyy
ennallaan ja uusi karamoottori korvaa vanhemman.



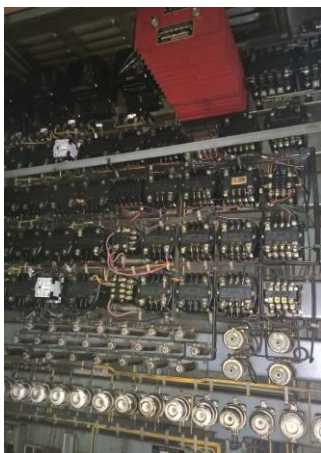
Kuva 22. Karamoottori ja vaihdelaatikon hihnapyörä.

13.5 Sähkökaapin komponenttien poisto

Uudet sähkökomponentit sijoitetaan vanhojen osien tilalle joita, on kuvissa 23 ja 24 ja turhat osat voidaan poistaa ja kierrättää tarvittaessa. Vaihteistossa on sähköinen järjestelmä pyörimisnopeuden muuttamista varten. Kun ohjauspaneelista painaa + tai – painonappia, kierrosaluetaulussa viisari putoaa hetkeksi nolleen, ja uusi alue tulee valituksi ja pöytä saa vaihdelaatikossa uuden välityssuhteen.



Kuva 23. Sähkökaapin sisältöä.



Kuva 24. Sähkökaapin sisältöä.

14 KELKAN PURKU

14.1 Pystyluistin purku

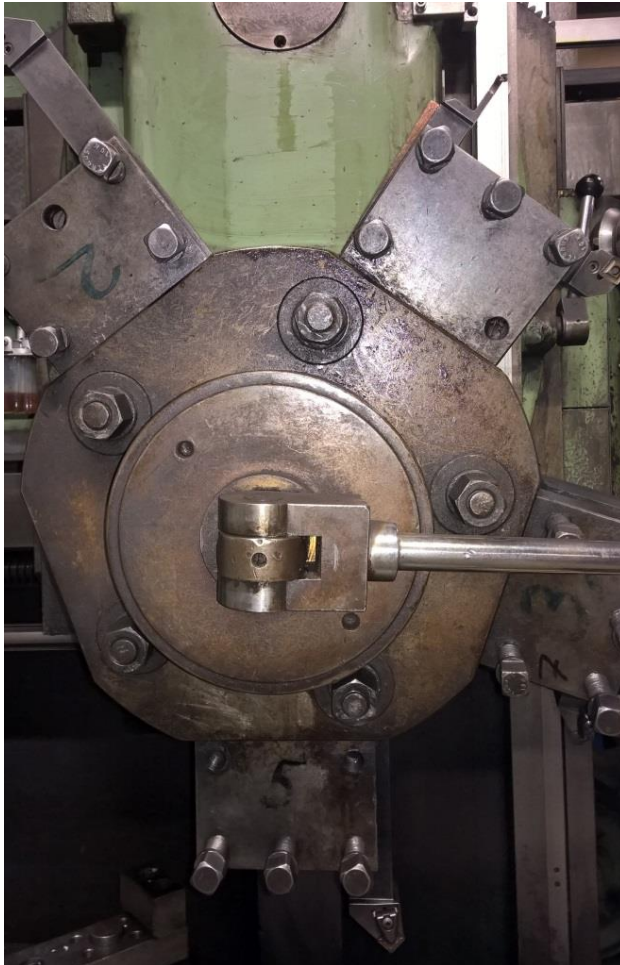
Pystyluistinta puretaan luistinpintojen lukituspalojen avaamisella, ja mahdolliset johdepyyhkimet poistetaan ja vaihdetaan. Pystyluistin takana olevat vaihteiston välitysakselit vedetään booreilta pois, ja irrotetaan vaihteistokotelot (**Kuva 25.**) Näiden tilalle tulee kuulamutterit kiinni, ja niiden kiinnitysosat täytyy valmistaa. Öljykanavissa on vaurioita ja tukkeutumia, jotka täytyy huomioida ja korjata. Uusia voitelukanava tehdään lisää koneeseen. Purettaessa pystyluistinta paljastuu oleellisia kohtia, joissa olisi hyötyä rakennekuvista mutta, niitä ei ole vielä löydetty.



Kuva 25. Pystyluistin takana olevat vaihteistokotelot.

14.2 Työkalurevolverin purku

Työkalurevolverissa (**Kuva 26.**) on viisi työkalupaikkaa, ja sen purkaminen on helppoa, ja rakenne nähdään purkamisen jälkeen, ja muutosmahdollisuus selviää vasta silloin. Manuaalinen työkalunvaihto muutetaan automaattiseksi antureilla, sekä kääntökehällä ja hydraulisella lukituksella automaattiseksi.



Kuva 26. Työkalurevolveri.

14.3 Työkalurevolverin muutosratkaisu

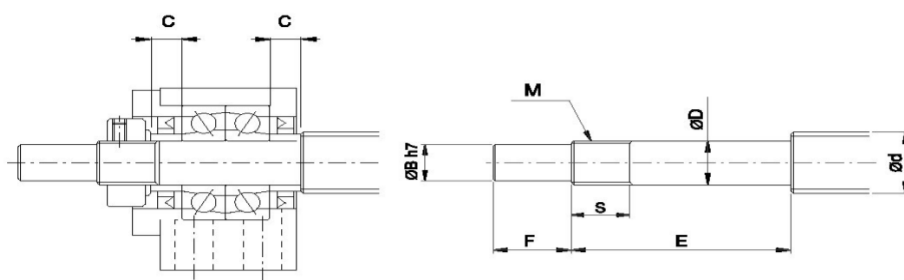
Työkalun vaihtamiseen on olemassa ehkä hydraulinen ratkaisu joka, ensin avaa lukituksen ja kääntää 180 astetta lukitusniveltä, ja sen jälkeen pyörittää halutun työkalun kohdalla ja lukitsee työkalurevolverin. Tämä on yksi haasteellisemmista vaiheista. Toistotarkkuus manuaalisesti käytettynä ei ole aiheuttanut koskaan ongelmia, joten, toimintavarma mekanismi on kyseessä, ja tästä ei vielä ole tarkempaa kuvausta esittää. Toinen ratkaisu on kuvassa 27 näkyvä Capto-järjestelmä jossa, joutuisi vaihtamaan käsin terän jolla sorvataan aina seuraavaksi. Capto-järjestelmää käytettäessä, olisi vain yksi työkalunpidin johon, aina haluttu teränpidin vaihdetaan käsin. Järjestelmä on tarkka ja luotettava, ja tätä ratkaisua on tehty aiemmin muihin vastaaviin. Etsintä valmiista 5-8 asemaisesta työkalurevolverista on myös käynnissä ja ratkaisu on jo olemassa normaalisorveihin. Karusellisorvi vaatii kuitenkin kooltaan aika ison työkalurevolverin.



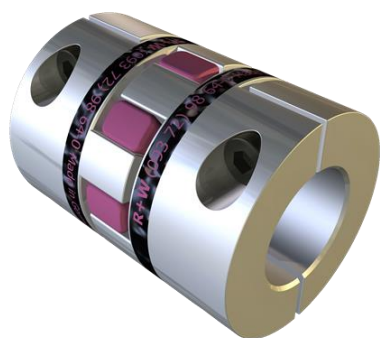
Kuva 27. Capto-järjestelmän työkalupitimiä.

14.4 Kuularuuvien kiinnitys

Kuularuuvien kiinnitykseen on olemassa valmiita komponentteja ja laakeriyksiköitä. Kuularuuvin toisessa päässä on kiinteä laakeriyksikkö (**Kuva 28.**) jossa, on lukitus kartioholkeilla ja varmistus tapahtuu sokalla. Kuularuuvilla kulkeva mutteri kiinnitetään kelkkaan jota, kuularuuvi liikuttaa moottorin pyöriessä. Kuularuuvin toisessa päässä on toinen kiinteä laakeriyksikkö. Kuvassa 29 on kytkinkappale joka, asennetaan servomoottorin ja kuularuuvin väliin. Kiinnitys tapahtuu kytkimessä olevilla kiinnitysruuveilla. Liitos on välyksetön. Alkuperäinen kiinnityskohta on huonompi vaihtoehto koska, liikeruuvi on molempien johteiden alapuolella. Vaihteistosta tuleva voimansiirtoakseli poistetaan, ja sen tilalle asennetaan kuularuuvi joka, on tällöin johteiden välissä, niin se jakaa kuorman paremmin. Servomoottoriasennus vaihdelaatikon poistumisen myötä on mahdollista tehdä kumpaan päähän tahansa kuularuuvia.



Kuva 28. Kuularuuvin laakeriyksikkö.



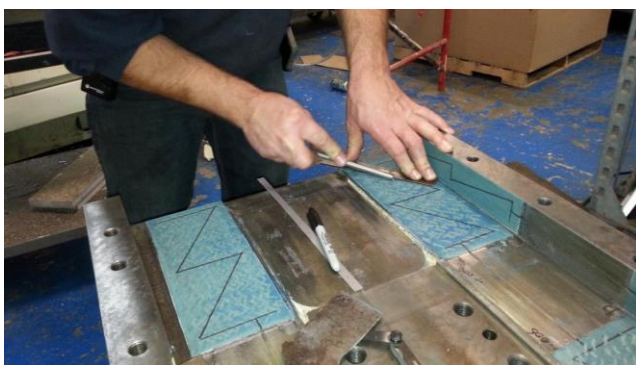
Kuva 29. Kytkinkappale.

14.5 Johteiden hionta

Johteiden hiontaan oli alun perin 2 vaihtoehtoa joista, päädyimme paikallaan hionnan kannalle. Siinä hiontayksikkö kiinnitetään suoraan poikkijohteen lähettävälle ja suoritetaan hionta. Pystykelkan johteiden hionta tapahtuu tasohiomakoneessa.

14.6 Johteiden irtoliukupinnat

Tässä kohteessa ei voida käyttää irrallisia liukupintoja (**Kuva 30.**) koska silloin jouduttaisiin työstämään useita millimetrejä runko-osista pintaa pois.



Kuva 30. Johteiden irtoliukupinnan asennusta.

14.7 Johteiden kaavaus

Johteiden hionnan jälkeen pinnat kaavataan. Kaavaus eli öljytaskut tehdään käsitöinä ja tähän on myös sähköisiä koneita mutta tässä projektissa tehdään käsin ja esim. Kuvassa 31 voi nähdä pinnan kaavauksen jälkeen.



Kuva 31. Johteiden kaavausprosessi.

15 KOKOONPANO

Kokoonpanossa osat pestään huolellisesti ja voidellaan johdeöljyllä. Sovitetaan yhteen ja kiinnitetään uusilla ruuveilla päinvastaisessa järjestyksessä. Kelkan kuulamutterin ja ruuvien asennuksen jälkeen pystykelkan ja poikkikelkan johdepinnat liitetään ja asennetaan voiteluputket ja lopuksi paljesuojat johteiden ja kuularuuvien suojaksi.

15.1 Poikkikelkan kiinnitys

Kaikkien modernisoinnissa tarvittavien komponenttien ollessa asennettuna voidaan valmistaa nostopukki jolla, estetään poikkikelkkaa vahingoittumasta, ja kiinnitys voidaan suorittaa turvallisesti. Tämä tehdään vain mikäli, poikkikelkka irrotetaan kokonaan ja työt tehdään toisaalla.

15.2 Sähkötyöt

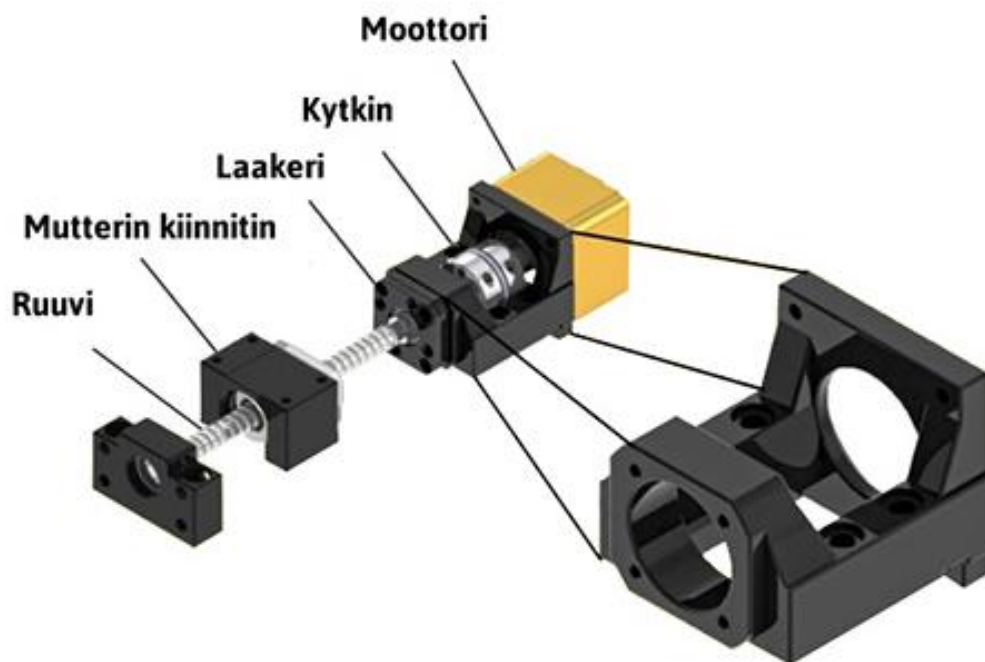
Ohjauspaneelistä liitetään kaapelit sähkökaappiin, ja sieltä taajuusmuuttajaan sekä servo-ohjaimiin, ja siitä servomoottoreihin. Tiedonsiirto kaapelit ovat tarvittaessa kytkettävissä tietokoneeseen joka, on eripaikassa esim. ohjelmointihuoneessa.

15.3 Voiteluyksikön kiinnitys ja testaus

Karusellisorvissa käytetään johdevoiteluöljyä, ja voiteluyksikössä on säiliö, sekä automatiikkaa. Voiteluyksikkö on ohjelmoitavissa ajallisesti tiettyihin pulsseihin joiden, ansiosta voiteluyksikkö pumppaa kupariputkissa öljyä määrättyihin kohteisiin. Öljy pysyy johteiden kaavatuissa taskuissa, ja voitelee tarpeen tullen kelkkaa sen liikuessa johteen yli. Voitelupumpun toiminnan testaaminen, tapahtuu jokaisen putken tulopään irrotuksen jälkeen toteamalla öljyntulo. Ennen voitelun suoritti käsipumppu joka, on koneessa vaihteiston kyljessä, ja jakaa säiliöstä öljyn johteille ja ruuveille. Tästä vivusta täytyy pumpata käsin 3:sti päivässä.

15.4 Servomoottorien kiinnitys

Kuvassa 32 on tyypillinen kokoonpano valmiiden komponenttien järjestyksestä sekä, kiinnityselementeistä servomoottorin ja kuularuuvin kytkennässä. Kuvassa oleva mutterinkiinnitin asennetaan suoraan koneen kelkkaan, liikkeen aikaansaamiseksi. Muut komponentit ovat paikallaan asennuksen jälkeen.



Kuva 32. Servomoottorin ja kuularuuvin liitosmalli.

16 TESTIAJOT, DOKUMENTAATIOT JA SUOJALAITTEET

16.1 Käynnistäminen ja testiajot

Kun kaikki tarvittavat komponentit on asennettu, on kone käynnistettävä ja suoritettava parametrien asetukset, servomoottoreiden säädöt ja liikkeiden testiajot. Parametritoimintojen jälkeen suoritetaan liikkeiden rajojen tallennus, koneenmuistiin siksi että, kone ymmärtää tai oppii alueen jossa sen täytyy työskennellä. Toimenpidettä kutsutaan referenssiajoksi. Voitelujärjestelmän testaus ja öljykanavien tarkistukset suoritetaan ennen kuin, pöydän pyörimistä testataan. Kun kone toimii ja liikkeet sekä voitelu ovat kunnossa, on kone valmis työhön.

16.2 Dokumentaation koostaminen

Kaikki dokumentit tallennetaan sähköisessä muodossa joten, ne ovat helposti koottavissa mm. servomoottorien ja komponenttien sarjanumeroiden vuoksi. Lisäksi ne ovat helposti jäljitettävissä huoltotoimenpiteitä varten. Aikaisemmin on vain todella vanhoja ja rapistuneita sähkökuvia joten, niidenkin pelastaminen ja muuttaminen sähköisen muotoon on järkevää. Kone on käytännössä uusi ja uudelle koneelle tehdään oma huoltosuunnitelma joka, on samalla myös ennaltaehkäisevää. CNC- ohjauksen asentaja täyttää vaatimustenmukaisuusvakuutus asiakirjan sekä loppuraportin jossa on kaikki tarkistetut toiminnot ja tulokset.

16.3 Suojalaitteiden asennukset

Koneen tarvitsemat suojat kuularuuveja ja johteita varten ovat, palje-tyyppiset säätävät suojat jotka, kestävät mm. öljyä ja kuumia lastuja. Työturvallisuuteen liittyvät suojat ovat kokonaan peittävä pakan eli istukansuoja joka, estää lastujen lentämisen ympäriinsä kuten perinteisessä sorvissa. Toinen vaihtoehto on asentaa verkkohäkki koneen ympärille ja kun, ovi avataan niin kone pysähtyy. Muita työturvallisuusmääräyksiä osaa jo itse koneen käyttäjä ammattinsa puolesta sisäistää.

17 KUSTANNUSVERTAILUA

Ensiksi tutkittiin koneiden kustannuksia jos esim. hankittaisiin uusia kone esim. 1000- 2000 mm pöytä ja pyörivät työkalut on hinta n. 350 000- 650 000 euroa, käytetty kone hintaluokat n. 30 000- 60 000 euroa, kärkisorvityyppinen uusi kone 80 000 euroa, sekä omaan koneeseen modernisoinnin kustannus n. 45 000 euroa. Kärkisorvi tapauksessa kyseessä on 2000 mm:n kärkivälillä oleva espanjassa valmistettu kone. Koneliikkeen edustajan mukaan tämä on ehdottomasti paras vaihtoehto. CNC- ohjausten välinen ero on minimaalinen ja karusellisorvaukseen on helppo valita oikea ohjaus koska, se voi olla alkeellisin versio ja samalla edullisin, kun otetaan huomioon kappaleen vaatimukset. Kuularuuveilla eri valmistajien suhteen on eroa vain, tarkkuudessa ja valmistusmenetelmässä. Kuularuuvi maksaa 180 euroa metri. Kuulamutteri maksaa n. 400 euroa. Servomoottori maksaa n. 7500 euroa ja CNC- ohjaus maksaa n. 25 000 euroa. Johteiden kaavauksessa tarvittavat välineet esim. koneet ja niiden aiheuttama vuokratulo. Kallein ehdotus oli se että, kone lähetetään toiseen paikkaan suomessa, ja tehdään siellä valmiiksi, ja takaisin tulee valmis CNC- kone. Työn tarjoaja joutui varautumaan tarjouksessa siihen että yllätyksiä tulisi mahdollisimman vähän. Tästä syystä hintatarjous modernisoinnista oli erittäin korkea. Täydellisten räätälöityjen suojien tilaaminen, onnistuu nykyään ja ainoastaan asennus jää tehtäväksi. Servomoottorit tarvitsevat ympärilleen metallisen suojakaaren, estämään mahdollisia kolhuja. Moottoreissa on sisäinen hälytysjärjestelmä joka, tekee ne virrattomiksi kun hälytin laukeaa. Asetuksia kun tehdään esim. kappaleen kiinnitys säätöjä tai muutoin ollaan käsiajo valikossa, koneen ohjaus ei anna moottoreiden liikkua esim. pikaliikevauhtia turvallisuussyistä. Ohjelmissa koneistaja osaa huomioida esim. lastujen poistamisen tiettyjen työvaiheiden välillä ohjelmallisesti ja hallitusti. Tiedetyt vaiheet tuottavat jatkolastua joka, on vaaratekijä ja voi tuhota työkalun sekä työstettävän kappaleen. Mikäli poikkikelkan hionta täytyy suorittaa toisaalla, on sen aiheuttama lisäkustannus n. 1500 euroa. Tämän hionnan voi suorittaa mahdollisesti myös paikalla.

18 AIKATAULUN MERKITYS MODERNISOINNISSA

Jos esimerkiksi käsitellään työstökoneen modernisointia, kokoamista, komponenttien asentamista, johteiden kaavausta sekä koneen suoraan säätämistä voidaan sanoa kiire jättää kokonaan pois. Työskentelyä voidaan suoraan verrata hienomekaanikon tai kellosepän työhön. Näistä löytyy muutamia hyviä esimerkkejä jotka seuraavaksi tuon julki. Siksi että, tämän luettuaan jokainen tietää kun, tekniikan parissa näihin tilanteisiin joutuu, niin suhtautuminen sekä arvostus tekijöitä kohtaan on oikealla tasolla koska, ensimmäisen esimerkin tapaukseen joutuneella tulee olla sosiaaliset kyvyt sitä luokkaa että, saadaan tilanne korjattua ja henkilö saapuu takaisin työmaalle. Ensimmäinen tapahtui eräässä yrityksessä johon tämä johteiden kaavaaja oli saapunut, ja yrityksen työnjohtaja ajoi miehen pois koska tämä oli liian hidaskäyttöinen, joten työnjohtaja oli todennut että nyt loppuu pelleily. Selvisi että kukaan muu ei osannut tehdä kunnostusta ja mies jouduttiin hakemaan takaisin paikalle. Hakijana ja houkuttelijana oli sama työnjohtaja joka ajoi ensin miehen pois. Toinen tapaus kertoo siitä kun kone vaaitaan suoraan, tarkkuusvesivaakaa apuna käyttäen ja tarkkuuden ollessa 0,02 sadasosaa metrille. Kone oli jo asennettu ja suoristeltu kokopäivä ja lopuksi kuulemma näytti hyvältä ja kupla oli keskellä ja siihen se jäi. Seuraavana aamuna nuorempi asentaja luuli että, lähdetään kotiin hotellilta. Vanhempi asentaja sanoi että, käydään vielä tarkistamassa onko kone suorassa. Kupla oli siirtynyt yönaikana toiseen päähän koska suuret painot liikkuvat hitaasti. Kyseessä oli suuri kone joka painoi 20 000 kg.

19 PROJEKTIN LOPPUSANAT

Tämän suunnitelman aikaansaaminen on ollut ajoittain haastavaa siksi että, uutena aiheena tuli sähköalan komponentteja, joiden sielunelämää pakostakin on tarkasteltava, ja niiden ominaisuuksia päästäkseen asiassa eteenpäin. Tiedot laskelmat vaikuttivat myös komponenttien valintaan suuresti. Myös tiedonsaanti alan ihmisiltä vaihteli osittain jolloin, oman ajan käyttö tutkimukseen on lisääntynyt, ja sitä kautta saatu jopa paremmin tietoa jonka, voi itse suodattaa tarpeelliseksi ja oikeanlaiseksi juuri tähän projektiin. Haluan esittää kiitokset modernisointialan yrityksille, komponenttien toimittajille ja monille muille tahoille joiden kanssa hanketta on tehty. Positiivinen maininta kuuluu myös oppilaitokselle siitä että opin-
näytetyön tekeminen on opetus-suunnitelmassa. Kirjoittaminen on yleissivistävää ja hyödyllistä, varsinkin insinööriopiskelijalle joka, tulevaisuudessa sitä varmasti tarvitsee. Opettajille sekä ohjaajille myös kiitos koska, ovat kärsivällisesti avustaneet kun, opinnäytetyöhön liittyvistä kysymyksistä on ollut kyse. Jatkossa on mahdollista myös toimia koneiden modernisoijana koska, modernisointi ei ole rakettitiedettä. Tekniikan alalla on valtavasti hienoja komponentteja ja ohjelmia vaikka mihin. Mielikuvitus sekä kekseliäisyys ovat erittäin hyviä ominaisuuksia jos, jotain teknisiä koneita ja laitteita valmistaa, tai aikoo niiden parissa työskennellä.

LÄHTEET

/1/ Yritys A:n kotisivuilta etusivun mainos.

/2/ Yritys B:n kotisivuilta etusivun mainos.

/3/ Yritys C:n kotisivuilta etusivun mainos.

/4/ Movetec Oy:n kuularuuvien tuotesivu. Viitattu 12.5.2016

<http://www.movetec.fi/fin/tuotteet-mekaaninen/kuularuuvit-liikeruuvit/kuularuuvit-hiwin>

/5/ Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi. Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat (WSOY 2007, 157)

/6/ EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus koneesta. Viitattu 1.5.2016.

http://www.sundcon.fi/uploads/Vaatimuksenmukaisuusvakuutus_IIA.pdf

LIITE 1 VAATIMUSTENMUKAISUUSVAKUUTUS /6/

(Kursiivilla kirjoitetut tekstit on tarkoitettu ohjeeksi vakuutuksen laatijalle ja olisi poistettava varsinaisen vakuutuksen tekstistä. Tämä malli on tarkoitettu koneelle, jota ei ole mainittu direktiivin 2006/42/EY liitteessä IV. Liitteen IV koneelle tätä mallia on täydennettävä käytetyn vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyn mukaisesti, ks. direktiivin 2006/42/EY artikla 12.3 ja liite II, kohdat 5 ja 6).

EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus koneesta (Konedirektiivi 2006/42/EY, Liite II A)

Valmistaja: (toiminimi)

Osoite (täydellinen):

(tarvittaessa myös tämän valtuutetun edustajan nimi ja osoite)

Henkilön (joka on sijoittautunut Yhteisöön) nimi ja osoite, joka on valtuutettu kokoamaan teknisen tiedoston (viranomaisille pyydettyäessä):

Nimi: Osoite:

Vakuuttaa, että

.....
(Koneen kuvaus ja tunniste, sekä tarpeen mukaan yleisnimike, toiminta, malli, tyyppi, sarjanumero ja kaupallinen nimi)

- on konedirektiivin (2006/42/EY) asiaankuuluvien säännösten mukainen
- on seuraavien muiden EY-direktiivien säännösten mukainen (ilmoitetaan vain tarvittaessa, esim. EMC-direktiivi 2004/108/EY tai ATEX 94/9/EY tai pienjännitedirektiivi 2006/95/EY)

.....
.....

ja lisäksi vakuuttaa, että

- seuraavia eurooppalaisia yhdenmukaistettuja standardeja (tai niiden osia/kohtia) on sovellettu (mainitaan vain tarvittaessa)

.....
.....

- seuraavia muita teknisiä standardeja tai eritelmiä (tai niiden osia/kohtia) on sovellettu (mainitaan vain tarvittaessa)

.....
.....

Paikka, aika:

Allekirjoitus:

(sen henkilön nimi ja allekirjoitus, joka on valtuutettu laatimaan tämä vakuutus valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan puolesta)

(Huomaa, että tämä vakuutus ja sen käännös on laadittava samoin edellytyksin kuin käyttöohjeet (ks. liite I kohta 1.7.4.1. (a) ja (b) ja sen tulee olla joko kirjoitettu koneella tai käsin kirjoitettaessa suuraakkosin.)